



Title	ロボットを利用した生産システムの知能化・高機能化とその設計の効率化に関する研究
Author(s)	佐藤, 守一
Citation	大阪大学, 2005, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/46882
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	佐藤 守一
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 19779 号
学位授与年月日	平成 17 年 9 月 21 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学位論文名	ロボットを利用した生産システムの知能化・高機能化とその設計の効率化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 荒井 栄司 (副査) 教授 藤本 公三 教授 竹内 芳美

論文内容の要旨

本論文では、ロボットを利用した生産システムの知能化・高機能化に対して、ステーションレベル、セルレベル、エリアレベルの各レベルで実用化上問題になっている技術課題を取り上げ、解決方法を提案した。さらに、各レベルの知能化・高機能化を企業利益に結びつけるのに必要な生産システム設計の効率化に関する技術課題を採り上げ、解決方法を提案した。

第 1 章では、研究の背景と目的、本論文の構成について述べた。

第 2 章では、ステーションレベルの知能化・高機能化の研究課題として、ロボットと作業対象物との間の相互作用を考慮した作業計画技術の課題に取り組んだ。本研究では、強い相互作用を有する作業の代表例として剣玉を採り上げ、ロボットによる剣玉の実現を通して得られる作業計画問題の定式化や軌道計画の進め方、考え方、手順を含む作業計画の方法論を示した。

第 3 章では、セルレベルの知能化・高機能化に関する研究課題として、ロボットセルの協調作業教示の課題を採り上げ、作業記述言語による解決を試みた。ロボットだけでなくシーケンサ等の周辺装置のプログラムも含めてライブラリ化し、またライブラリから教示オペレータメニューを自動生成するシステムを提案した。プレス装置、タップ装置、ワーク移動ロボットで構成されるワークセルを対象に、プロトタイプを作成し、作業負荷が軽減されることを示した。

第 4 章では、エリアレベルの知能化・高機能化の研究対象として、その代表的なロボットである AGV を採り上げ、生産ラインや自動倉庫、完成品置き場等の搬送レイアウトや搬送要求の比率等の搬送環境の変化に適応して効率よく搬送できる AGV 搬送計画の課題に取り組んだ。変化する搬送環境において従来の搬送計画手法の搬送効率が低い原因を明らかにし、あるべき搬送計画手法への要求を整理した。要求に合致する技術として、マルチエージェント強化学習のフレームワークのもとで、搬送計画手法を提案した。本手法を、逐次同期型組立ラインに部品を供給する AGV 搬送システムに適用し、動的環境における有効性を示した。

第 5 章では、第 2～4 章で述べたような各レベルの知能化・高機能化の技術を企業の利益向上に結び付けるために必要な生産システム設計の効率化に関わる技術課題として、生産システム設計の作業編成・手順の最適化の技術課題を採り上げた。特に、日本の製造企業において設計リードタイム短縮の要求が強い海外工場向け生産システムの設計プロセスに注目した。従来技術のような「作業ありき」の方法ではなく、設計や調整、検証する項目の間の「物理的

因果関係」を基に必要な作業及び作業間の依存関係等を生成するという方法を提案した。提案手法を、熱間鍛造工程の型設計プロセスへ適用し、有効性を示した。

第6章では、各章の内容を総括するとともに今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

製造系企業では、生産システムの知能・機能不足のため、ロボットを含めた機械と人の役割分担を余儀なくされている。本論文では、ロボットを利用した生産システムの、ステーションレベル、セルレベル、エリアレベルの各レベルにおける知能化・高機能化の実用上問題になっている技術課題、また各レベルの知能化・高機能化技術を企業利益に結び付けるのに必要不可欠な生産システム設計の効率化に関する技術課題に対応する研究テーマを設定し、解決方法を提案している。その成果を要約すると以下の通りである。

- (a) ステーションレベルの研究テーマとして、作業対象物の相互作用を考慮した作業計画を設定し、方法論の提案を行っている。すなわち、ロボットの動きを複数のパラメータで表現し、ロボットと作業対象物間の相互作用、作業が達成される条件の統合的数学モデルを作成する。さらに、数学モデルを空間的要素と時間的要素に分離して最小化または最大化問題に変形して、数値解法により作業を計画する。本方法論により作業計画できることを実機のロボットによる剣玉タスクの実現を通して示している。
- (b) セルレベルの研究テーマとして、ロボットセルの協調作業教示を設定し、作業記述言語教示システムを提案している。ロボットだけでなくシーケンサ等の周辺装置のプログラムも含めてライブラリ化し、またライブラリから教示オペレータメニューを自動生成するシステムを提案している。プレス装置とタップ装置の間でワークの移動を行うロボットセルを題材にしてプロトタイプを作り、作業記述の負担が軽減されることを示している。
- (c) エリアレベルの研究テーマとして、搬送環境の変化に柔軟に適應して効率よく搬送できる AGV 搬送計画手法を提案している。搬送の善し悪しの製造リードタイムへの影響度が大きい逐次同期型組立ラインに部品を供給する AGV 搬送システムを題材にして、マルチエージェント強化学習のフレームワークに基づいた搬送計画手法を提案している。各 AGV が、搬送環境の変化に柔軟に適應して役割分担を創発し、全体として効率よく搬送できることを示している。生産システム設計の効率化に関する研究テーマとして、生産システム設計の作業編成・手順の最適化を設定し、日本の製造企業で効率化のニーズが強い海外工場向け生産システムの設計を題材にして方法論を提案している。現状の設計作業ありきではなく、設計・測定等の項目間の物理的因果関係をもとにプロセスを最適化する方法を提案している。熱間鍛造工程の型設計プロセスを使って手法評価を行い、トライ時間短縮等の有効性を示している。

以上のように、本論文は、ロボットを利用した生産システムの各レベルにおいて実用上問題になっている技術課題に対する解決方法を示すとともに、各レベルの技術を生産システムに導入するのに不可欠な生産システム設計の効率化に関する技術課題に対しても解決方法を示しており、企業利益に貢献する基礎的技術として極めて有用である。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。